

КИНЕТИКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАСПАДА МАРТЕНСИТА СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ЛЕГИРОВАНИЯ

Суровцева Е.А.

Руководитель – проф., д.т.н. Гринберг Е.М.

Тульский государственный университет, г. Тула

el-surovc@yandex.ru

В ранее выполненных на кафедре ФММ работах на сталях 40Х, 40Х13, 40Н14 было показано, что карбидо- и некарбидообразующие элементы по-разному влияют на кинетику распада мартенсита при низкотемпературном отпуске и вылеживании при комнатной температуре закаленной среднеуглеродистой стали. Некарбидообразующие элементы ускоряют, а карбидообразующие элементы, напротив, тормозят распад мартенсита. Однако полученные результаты носили качественный характер.

Для получения количественных характеристик в данной работе были проведены аналогичные исследования на нелегированной стали с таким же содержанием углерода (сталь 40).

Результаты исследований на стали 40 показали, что кинетика низкотемпературного распада мартенсита в нелегированной стали подчиняется тем же закономерностям, которые были выявлены ранее. В процессе вылеживания происходит снижение микротвердости. Это связано с тем, что в мартенсите закалки, являющемся термодинамически нестабильной структурой, происходит самоотпуск (т.е. перераспределение углерода в пересыщенном твердом растворе), переводящий структуру в более стабильное состояние. Наиболее интенсивно это перераспределение протекает в течение первых дней. Уменьшение твердости свежезакаленных образцов по мере вылеживания происходит в два этапа. При этом интенсивность распада мартенсита максимальна на первом этапе. На втором этапе распад протекает крайне медленно. На каждом этапе изменения микротвердости в результате распада описывается линейной зависимостью: H

$$HV = a \times \tau + b,$$

где a – тангенс угла наклона прямой; τ – время вылеживания, ч; b – отрезок, отсекаемый при нулевом времени τ .

В качестве характеристики интенсивности распада мартенсита на первом этапе можно использовать тангенс угла наклона прямой в координатах «микротвердость – время вылеживания» (рисунок 1).

На графике видно, что интенсивность распада мартенсита на первом этапе вылеживания уменьшается линейно в зависимости от содержания $C_{г}$ в стали. Чем выше содержание хрома, тем ниже интенсивность распада мартенсита.

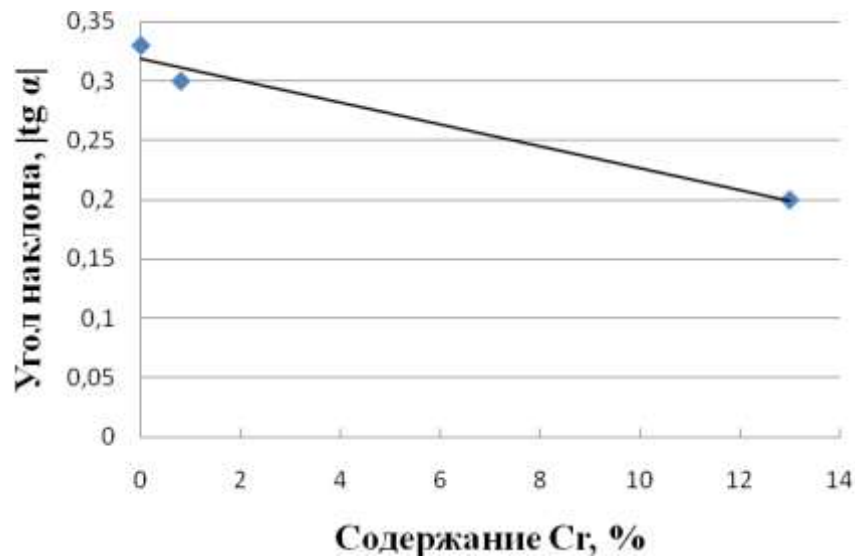


Рисунок 1. Влияние содержания хрома на распад мартенсита

Введение некарбидообразующего элемента, в данном случае 14 % никеля, напротив, увеличивает интенсивность распада мартенсита по сравнению с нелегированной сталью с тем же содержанием углерода (рисунок 2).

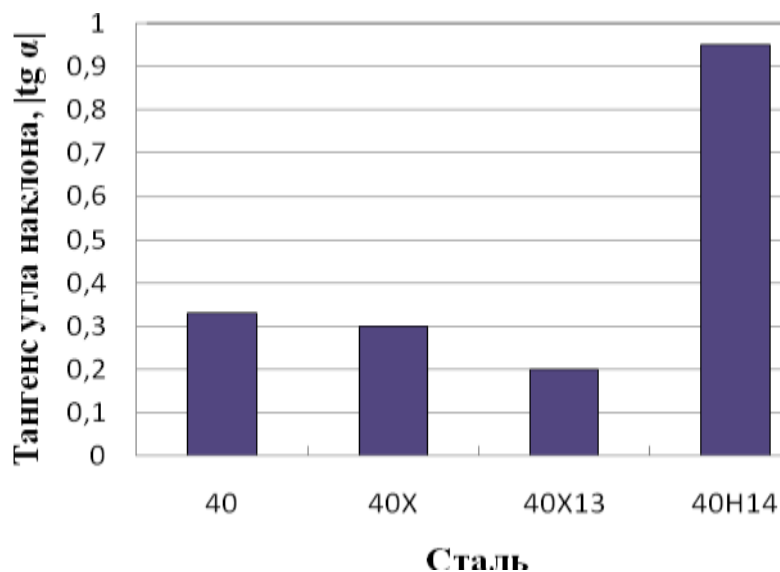


Рисунок 2. Интенсивность распада мартенсита в закаленных сталях на первом этапе вылеживания

Диффузионная природа перераспределения углерода при распаде мартенсита в свежезакаленной стали хорошо согласуется с линейным характером зависимостей «микротвердость – корень квадратный из времени вылеживания» для закаленной стали 40N14, на каждом из этапов

вылеживания (рисунок 3). Аналогичный характер имеют подобные зависимости и для других исследованных сталей.

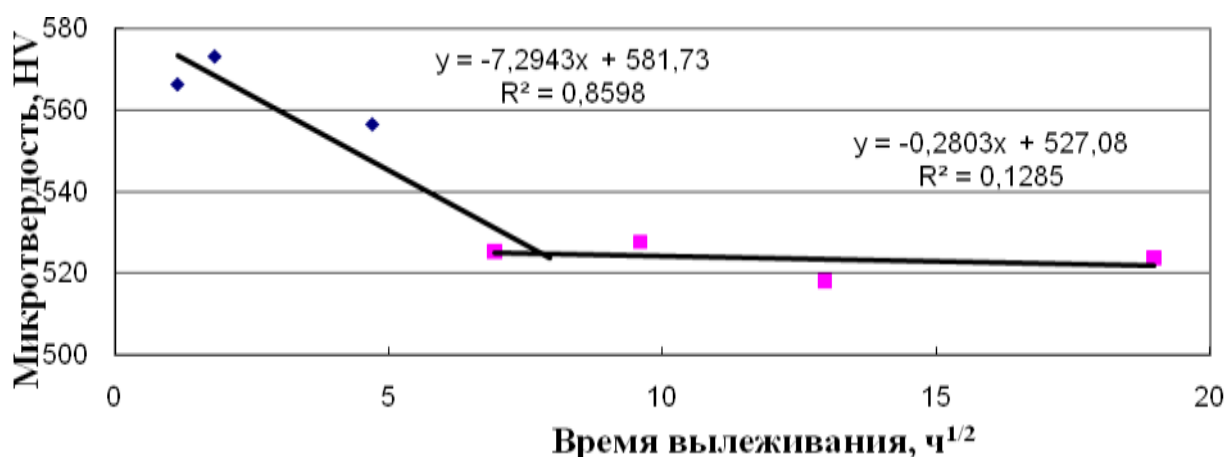


Рисунок 3. Зависимость изменения микротвердости от времени вылеживания для стали 40Н14 после закалки в 10 %-ом водном растворе NaCl

Таким образом, введение карбидообразующего элемента приводит к замедлению распада мартенсита, в основе которого лежит диффузионное перераспределение углерода в свежезакаленном мартенсите, в тем большей степени, чем выше концентрация этого элемента. Добавка некарбидообразующего элемента, напротив, ускоряет распад мартенсита.